[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G03F 7/20 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02823560.6

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1294455C

[22] 申请日 2002.11.27 [21] 申请号 02823560.6

[30] 优先权

[32] 2001.11.27 [33] EP [31] 01204567.0

[86] 国际申请 PCT/EP2002/013399 2002.11.27

[87] 国际公布 WO2003/046662 英 2003.6.5

[85] 进入国家阶段日期 2004.5.27

[73] 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

[72] 发明人 K·D·范德马斯特

A·J·布利克

[56] 参考文献

GB2049964A 1980.12.31 G03B27/32

US5142132A 1992.8.25 G01J1/90

US6278514B1 2001.8.21 G03B27/42

WO9211567A1 1992.7.9 G03B27/28

EP0552953A1 1993.7.28 G03F7/20

审查员 高志纯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王 岳 张志醒

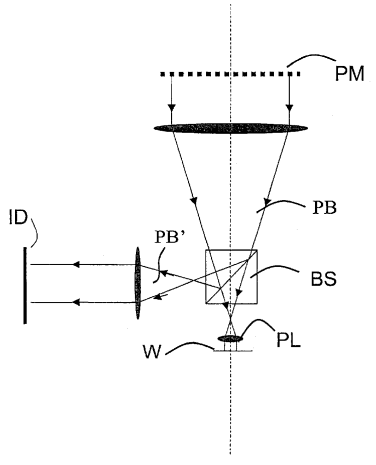
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

成像设备

[57] 摘要

一种成像设备，包括：提供辐射的投影束的辐射系统；支承可编程的图形化装置的支承结构，该可编程的图形化装置用于根据所需的图形对投影束进行图形化；保持衬底的衬底台；将经图形化的束投影到衬底的目标部分上的投影系统，其中该设备进一步包括：分束装置(BS)，提供在可编程的图形化装置(PM)和衬底台之间，用于将经图形化的束(PB)的一部分(PB′)转向到旁边；用于分析经图形化的束的所说的部分的图像检测装置(ID)。



1. 一种成像设备，包括：

-用于提供辐射的投影束的辐射系统；

-支承可编程的图形化装置的支承结构，该可编程的图形化装置用于根据所需的图形对投影束进行图形化；

-保持衬底的衬底台；

-将经图形化的束投影到衬底的目标部分上的投影系统，

其特征在于该设备进一步包括：

-分束装置，提供在可编程的图形化装置和衬底台之间，用于将经图形化的束的部分转向到旁边；

-用于分析经图形化的束的所说的部分的图像检测装置，

其中图像检测装置被实施以将由可编程的图形化装置所产生的实际图像与由参考图形化装置所产生的参考图像进行比较。

2. 根据权利要求 1 所述的成像设备，其特征在于所说的参考图像是所说的实际图像的负像，并且图像检测装置包括对所说的实际和参考图像相加或相减的装置。

3. 根据权利要求 1-2 中任一权利要求所述的成像设备，其特征在于图像检测装置包括从包括电荷耦合器件、CMOS 检测器、光电二极管或光电倍增管的组中选择的检测器件。

4. 一种器件制造方法，包括如下的步骤：

（a） 提供至少通过辐射敏感材料层部分地覆盖的衬底；

（b） 使用辐射系统提供辐射的投影束；

（c） 使用可编程的图形化装置使投影束的截面具有所需的图形；

（d） 将经图形化的辐射束投影到辐射敏感材料层的目标部分上，

其特征在于，在步骤（d）之前：

-将经图形化的束的一部分转向到旁边并导向到图像检测装置上；

-所说的图像检测装置用于分析经图形化的束的所说的部分，并确定其中包含的图形在多大程度上对应于所说的所需的图形。

5. 根据权利要求 4 所述的方法制造的器件。

成像设备

本发明涉及一种成像设备，包括:

-输送辐射的投影束的辐射系统;

-支承可编程的图形化装置的支承结构，该可编程的图形化装置用于根据所需的图形对投影束进行图形化;

-保持衬底的衬底台; 和

-将经图形化的束投影到衬底的目标部分上的投影系统。

在此所使用的术语“可编程的图形化装置”应该广义地理解为对应于在衬底的目标部分中要形成的图形用于使入射的辐射束具有所图形化的截面的装置; 术语“光阀”也可以在本文中使用。一般地，所说的图形对应于在目标部分中所形成的器件中的特定的功能层，比如集成电路或其它的器件（见下文）。这种图形化装置的实例包括:

- 可编程的镜阵列。这种器件的一个实例是具有粘弹性的控制层和反射表面的可寻址的矩阵表面。这种设备的基本原理是（例如）反射表面的被寻址区反射入射光作为衍射光，而未寻址区反射入射光作为非衍射光。使用适当的滤光器，可以将未衍射的光从反射束中滤除，其后仅剩下衍射光; 这样，束根据可寻址的表面的寻址图形图形化。可编程的镜阵列的变型实施例利用微镜的矩阵结构，通过施加适合的局部电场或通过利用压电激励装置可使每个微镜绕轴线分别倾斜。此外，该镜是可寻址的矩阵，这样所寻址的镜在不同的方向上将入射的辐射束反射到未寻址的镜上。这样，根据可寻址的矩阵镜的寻址图形对反射束进行图形化。使用适合的电子装置可以执行所要求的矩阵寻址。在上文所描述的两种情况下，可编程的图形化装置可以包括一个或多个可编程的镜阵列。关于在此所参考的镜阵列的更多的信息例如可参见美国专利U S 5,296,891 和 US5,523,193 和 PCT 专利申请 WO98/38597 和 WO98/33096，在此以引用参考的方式将它们并入在本申请中。在可编程的镜阵列的情况下，所说的支承结构可以作为框架或台面实施，根据需要该框架或台面例如可以是固定的或活动的。

-可编程的 LCD 阵列。这种结构的一种实例在美国专利 US5,229,872 中给出，在此以引用参考的方式将其并入在本申请中。

如上文所述，在这种情况下支承结构可以作为框架或台面实施，根据需要该框架或台面例如可以是固定的或活动的。

为简洁起见，本文的其余部分在某些地方本身专门指涉及掩模和掩模台的实例；然而，在这种情况下讨论的一般原理应该可用于在上文所阐述的可编程的图形化装置的更广泛的范围中。

如在此所描述在使用成像设备的（半导体）制造过程中，器件图形被成像在至少部分被辐射敏感材料层（抗蚀剂）覆盖的衬底上。在这种成像步骤之前，衬底可以进行各种处理过程，比如打底（priming）、抗蚀剂涂敷和软烘烤。在曝光之后，对衬底进行其它的处理过程，比如曝光后的烘烤（PEB）、显影、硬烘烤和成像特征的测量/检查。这种过程阵列用作对器件（例如 IC）的单层图形化的基础。然后对这种经图形化的层进行各种处理，比如蚀刻、离子注入（掺杂）、金属化、氧化、化学-机械抛光等，所有的这些都是用于完成单层。如果要求几个层，则对每个新层必须要重复整个过程或不同的过程。最后，器件阵列形成衬底（晶片）上。然后通过一种技术比如切割或切片使这些器件彼此分开，由此将单个器件可以安装在连接到管脚等的载体上。关于这种过程的进一步信息例如可从“Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing”，Third Edition, by Peter van Zant, McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4 的书中得到，在此以引用参考的方式将其并入在本申请中。

为简洁起见，在下文中将投影系统称为“镜头”；然而，这种术语应该广义地理解为包含各种类型的投影系统，例如包括折射光学器件、反射光学器件和反折系统。辐射系统也包括根据这些设计类型中的任何设计操作以用于导向、整形或控制辐射的投影束的部件，并且在下文中这些部件也可以总体地或单个地称为“镜头”。此外，平板印刷设备可以是具有两种或更多的衬底台（和/或两个或更多的罩台）的一种类型。在这种“多级”器件中附加的台可以并行使用，或者在一个或多个台上实施准备步骤，同时一个或更多个其它的台用于曝光。双级平板印刷设备例如描述在 US5,969,441 和 WO98/40791 中，在此以引用参考的方式将它们并入在本申请中。

在开始段落中指定的成像设备当前用于制成掩模写入机，例如由

firm Micronic in Sweden 生产。这种掩模可用于平板印刷投影设备中，这种设备将掩模图形重复地成像在光敏衬底（比如涂敷了光抗蚀剂的晶体硅）作为在制造集成器件（比如集成电路（IC））中所涉及的更广泛的制造过程的一部分。在这种掩模写入机中的衬底例如是已经涂敷了光抗蚀剂层的金属化片（例如渡铬的石英或 CaF_2 片）。这种掩模写入机的原理在于（高度复杂的）掩模图形的电场用于对图形化装置进行矩阵寻址，然后将经图形化的辐射束转向到掩模片的小部分上。通过根据电场改变在经图形化的束中的图形，并同时在掩模片的整个表面上移动束（扫描或梯级运动），将最后的掩模图形从经图形化的束中作为组合的（并置的）子图形之和建立。由于这个原因，这种机器有时被称为“直接写入（direct-write）”机。

尽管如前文的段落中所描述的机器至今仅用于掩模的制造，但至少在原理上可将它们用于半导体或其他的集成器件的制造中。在这种情况下，掩模片例如可以通过 Si 晶片替换，通过图形化装置构造在晶片上的图形对应于电路片图形阵列。然而，这种应用的主要缺陷在于它的生产率非常低：而当前的直接写入机可用于实现每天大约一个衬底的产率，已有技术的平板印刷设备具有大约每小时 100 个衬底的产率。然而，人们仍然有兴趣寻求这种应用：例如，在制造小批量的特定的集成器件（比如专用的 ASIC）的工厂中，更有吸引力的是可以承受如上文所描述的机器所提供的较慢的直接写入过程而不是所述批量制造特定的掩模的非常高的成本（通常大约 5 万-10 万美国美元）。这时，在非常小的批量的非常昂贵的器件的情况下这种选择才是具有吸引力的；然而，如果可以增加直接写入机器的生产率则它将更加具有吸引力。关于如在此所描述的常规平板印刷设备的更多的信息例如可参见 US6,046,792，在此引用参考的方式将其并入在本申请中。

与直接写入机器关联的一个问题涉及数据处理。通过图形化装置所产生的图形化一般由传递到在图形化装置中的单个的“像素”的电子信号确定。由于通常涉及非常大量的像素（大约 100,000-1,000,000 或更多），由于通过这些像素所产生的图形规则地改变（作为前文描述的两段进行的子图形之和的结果），这一般导致了在典型的曝光运行中传递到图形化装置的电子数据的巨大容量。在任一这种系统中，像素误差都可能产生，例如由于电子误差（统计位误差）或机械误差

（在单个的像素中的滞后）的结果。这种误差可能使要投影到衬底上的图形的不希望的改变，这种改变又可能导致由平板印刷过程最后形成的集成电路（或掩模）的失败或次最佳功能。

在相对较低的生产率下，在前文段落中所描述的问题未必是实质性的问题：例如人们可以在几个叠加通道中构造投影的图形，以使在一个通道中发生的统计像素误差主要通过连续的和/或先前的通道补偿而没有该像素误差。然而，为追求更高的生产率，人们难以花得起与在这种方案中具有所需数量的多通道相关的时间开销。此外，通过增加在图形化装置中的像素的数量而增加生产率的企图一般也加重了这个问题，因为统计的像素误差的危险将会与所存在的像素的数量成比例地增加。

本发明的一个目的是减轻这些问题。更具体地说，本发明的一个目的是提供一种在开始段落中所描述的设备，这种设备比已有技术的直接写设备更加不易于受到像素误差的影响。

根据本发明在如开始段落中所指定的成像设备中可以实现了这些和其他的目的，该成像设备的特征在于进一步包括：

-分束装置，提供在可编程的图形化装置和衬底台之间，用于将部分经图形化的束转向到旁边；

-用于分析经图形化的束的所说的部分的图像检测装置。

根据本发明的设备提供一种监测由可编程的图形化装置所产生的实际（空中）图像的方法，作为替换，传输到图形化装置的电子数据产生所需的图形。这样，可以实时地检测像素误差，而不是在成像的图形的既往检查之后，这样可以在像素误差导致制造缺陷之前检测和校正它们。

在本发明的特定的实施例中，图像检测装置实施为比较由（主）图形化装置所产生的实际的图像和由参考图形化装置所产生的参考图像。在这种方案中，输送到主图形化装置的电子数据流也传输到参考图形化装置，其中两个图形化装置应该产生相同的图形。如果在主图形中产生了统计像素误差，则在参考图形中也发生相同的误差极不可能；在这种情况下，两种图形的比较会揭示误差，甚至会揭示故障点像素的位置。如果检测到任何这种像素误差，则在进行实际成像之前，可以执行复位，并且以相关的电子数据“再激发（re-fired）”主图

形化装置。

在前文段落中的情况下的实例性实施例中，参考图形化装置产生（空中）图像，它是通过主图形化装置所产生的图像的负像；例如这可以通过将在数据流中的反相器应用到参考图形化装置中实现。除了在以亮像素出现的像素误差的情况下之外，然后将主图像和参考图像相加形成在图像检测装置上的均匀的黑白图像。

在本发明中应用的图像检测装置例如包括用于图像检测目的的电荷耦合器件（CCD）。可替换地，它们可以包括检测器比如 CMOS 检测器、光电倍增管或光电二极管。

根据本发明的进一步方面，提供一种器件制造方法，该方法包括如下的步骤：

(a)提供至少通过辐射敏感材料层部分地覆盖的衬底；

(b)使用辐射系统提供辐射投影束；

(c)使用可编程的图形化装置使投影束的截面具有所需的图形；

(d)将经图形化的辐射束投影到辐射敏感材料层的目标部分上，

其特征在于，在步骤（d）之前：

-将一部分经图形化的束转向到一边并导向到图像检测装置上；

-所说的图像检测装置用于分析经图形化的束的所说的部分，并确定其中包含的图形在多大程度上对应于所说的所需的图形；

虽然在制造 IC 的过程中在本文中具体参考根据本发明的设备的使用，但是应该清楚地理解到这种设备具有其它可能的应用。例如，它可以用于磁域存储器、液晶显示器面板、薄膜磁头、DNA 分析器件的集成光学系统的制造、导向和检测图形等。它还可以用于写掩模。熟练的技术人员会理解到在这些变型应用的情况下在本文中使用“晶片”或“电路片”的任何术语都应该认为分别被更为通用的术语“衬底”和“目标部分”所替代。

在本文献中，术语“辐射”和“束”用于包含所有类型的电磁辐射，包括紫外线辐射（例如波长为 365,248,193,157 或 126nm）和 EUV（超紫外线辐射，例如具有 5-20nm 的范围的波长）。

参考附图仅通过举例的方式描述本发明的实施例，在附图中：

附图 1 所示为适合于本发明使用的成像设备；

附图 2 所示为根据本发明的设备的第一实施例；

附图 3 所示为根据本发明的设备的第二实施例;

附图 4 所示为根据本发明的设备的第三实施例。

在附图中对应的参考符号指示对应的部件。

实例

附图 1 示意性地示出了本发明可应用的成像设备。该设备包括:

-输送辐射的投影束 PB(例如 UV 或 EUV 辐射)的辐射系统 RS。在这种特定的情况下,辐射系统也包括辐射源 LA;

-图形化装置 PM(例如,可编程镜阵列或这种阵列的集合),它连接到图形光栅化器(rasterizer)(用于对图形化装置进行矩阵寻址)。借助于偏转装置 DM 将束 PB 导向到图形化装置 PM;

-保持衬底 W(例如涂敷了抗蚀剂的硅晶片)的衬底台 WT,该衬底台 WT 连接到干涉测量和定位装置 IF 以使衬底精确地相对于部件 PL 定位;

-用于将束 PB 成像到衬底 W 的目标部分 C(例如包括一个或多个电路片)的投影系统("镜头")PL(例如折射、反折射或反射系统)。

应该注意,相对于附图 1 和源 LA 可以在成像设备的壳体内,但它也可以距离成像设备较遥远,例如借助于适合的导向镜将它产生的辐射束导入到该设备中。本发明和权利要求包含这两种方案。

穿过图形化装置 PM 之后,束 PB 通过镜头 PL,镜头 PL 将束 PB 聚焦到衬底 W 的目标部分 C 上。借助于干涉测量和定位装置 IF,衬底台 WT 可以精确地移动,以便例如将不同的目标部分 C 定位在束 PB 的路径中。一般地,衬底台 WT 的运动可以借助于长行程模块(粗定位)和短行程模块(精定位)实现,这些在附图 1 中没有明确地示出。衬底 W 例如可以是在其上写上掩模图形的石英板,或者在其上对器件电路片阵列成像的硅晶片。

实施例 1

附图 2 所示为根据本发明的第一实施例的成像设备的部分,其中分束装置 BS 应用在图形化装置 PM 和衬底 W 之间,用于将投影束 PB 的一部分 PB'转向到旁边并将它导向到图像检测装置 ID。分束装置 BS 不应该与在附图 1 中的偏转装置 DM 混淆,它们的目的不同。在原理上,分束装置 BS 可以定位在部件 PM 和 W 之间的任何方便的点上。

图像检测装置(例如包括 CCD 阵列)用于分析在束 PB'中的图形,目的在于确定它是否对应于通过图形化装置 PM 要产生的所需的图形。

如果否，则延迟或停止在衬底 W 上成像，图形化装置 PM 复位并“再激励”以重新产生所需的图形，使用部件 BS 和 ID 再次检查这个图形。这样，例如基于由在图形化装置 PM 中的像素误差或者它驱动的电子器件产生的缺陷图形，人们可以阻止进行成像。

如在此所描述，图像检测装置例如可以连接到能够执行图像处理的计算机。然后这种计算机将在束 PB′中的图形与参考图形进行比较，并识别在两个图形之间的任何差异。

实施例 2

附图 3 所示为在附图 2 中所描述的情况的变型实施例。在这种变型实施例中，参考图形化装置 PM2（例如与在实施例 1 中的镜阵列相同类型和大小的可编程的镜阵列）连接到与主图形化装置 PM1（对应于在附图 2 中的部件 PM）相同的图形光栅化器 PR，但除了到参考图形化装置 PM2 的光栅化信号首先通过反相器 INV 之外。理论上，主图形化装置 PM1 和参考图形化装置 PM2 然后应该产生相同的图形，除了它们彼此相反（或互补）之外。通过参考图形化装置 PM2 所产生的经图形化的束 PB2 耦合到分束装置 BS，最后耦合到图像检测装置 ID。

在不存在像素误差的情况下，经图形化的束 PB2 和 PB1 应该相加以在检测器 ID 上产生均匀的亮度的各向同性的图像。然而，如果存在像素误差，则这会在检测器 ID 上导致更高或更低强度的点，反过来这又会产生误差信号。这是分析主图形化装置 PM1 的输出的特别好的方法。

作为上述讨论的方法的变型，可以省去在光栅化器和参考图形化装置 PM2 之间的反相器以将来自 PM1 和 PM2 的图像投影到不同的检测器上并从这些检测器中减去输出信号。

实施例 3

附图 4 所示为在附图 3 中描述的实施例的变型。在附图 4 中，参考图形化装置 PM2 位于分束装置 BS 和检测器 ID 之间。如在此所描述，参考图形化装置 PM2 是透射的；然而它们也可以是反射的，而不妨碍在附图 4 中所描述的操作的原理。

虽然上文已经描述了本发明的特定的实施例，但是应该理解的是本发明还可以以除了在此所描述的方式的其它方式实施。并不希望这些描述构成对本发明的限制。

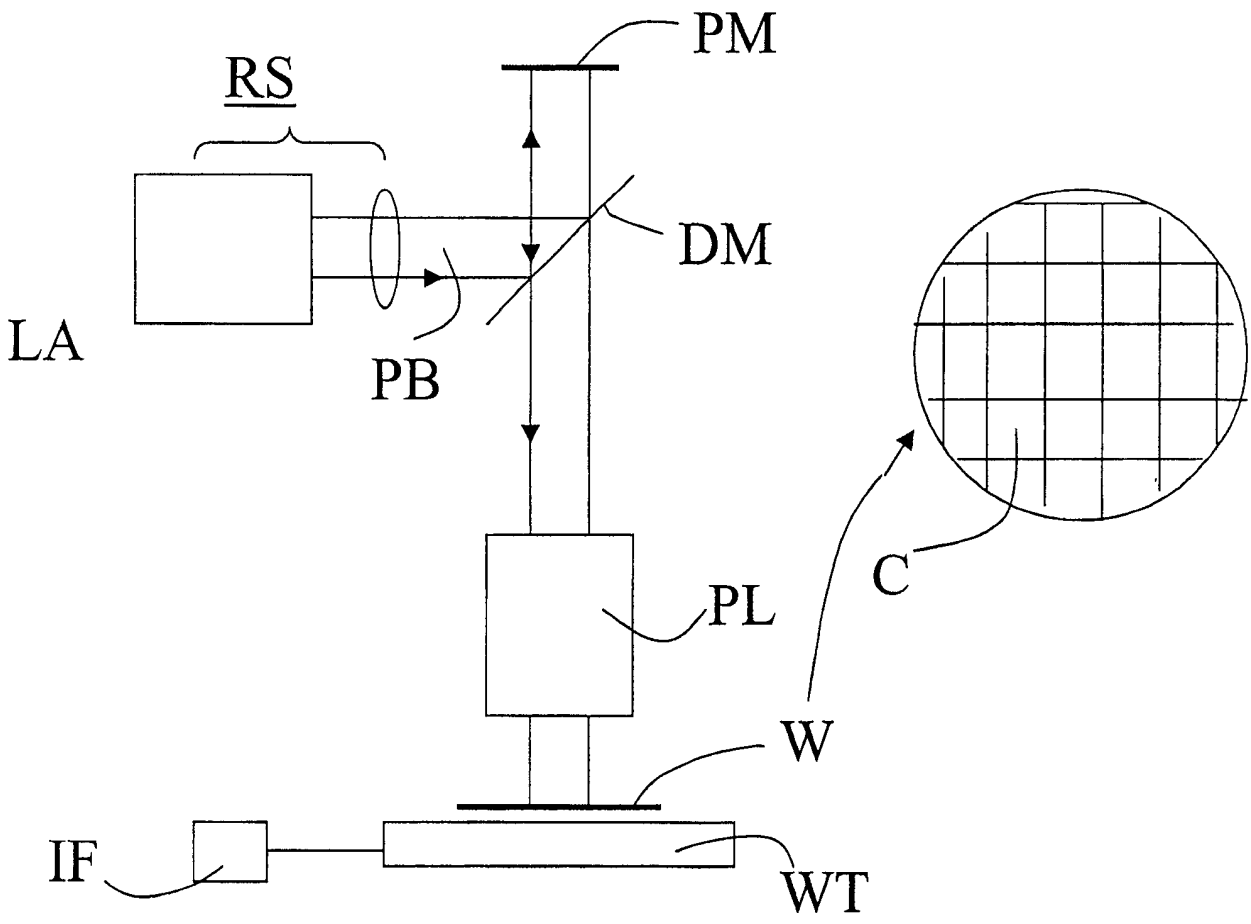


图 1

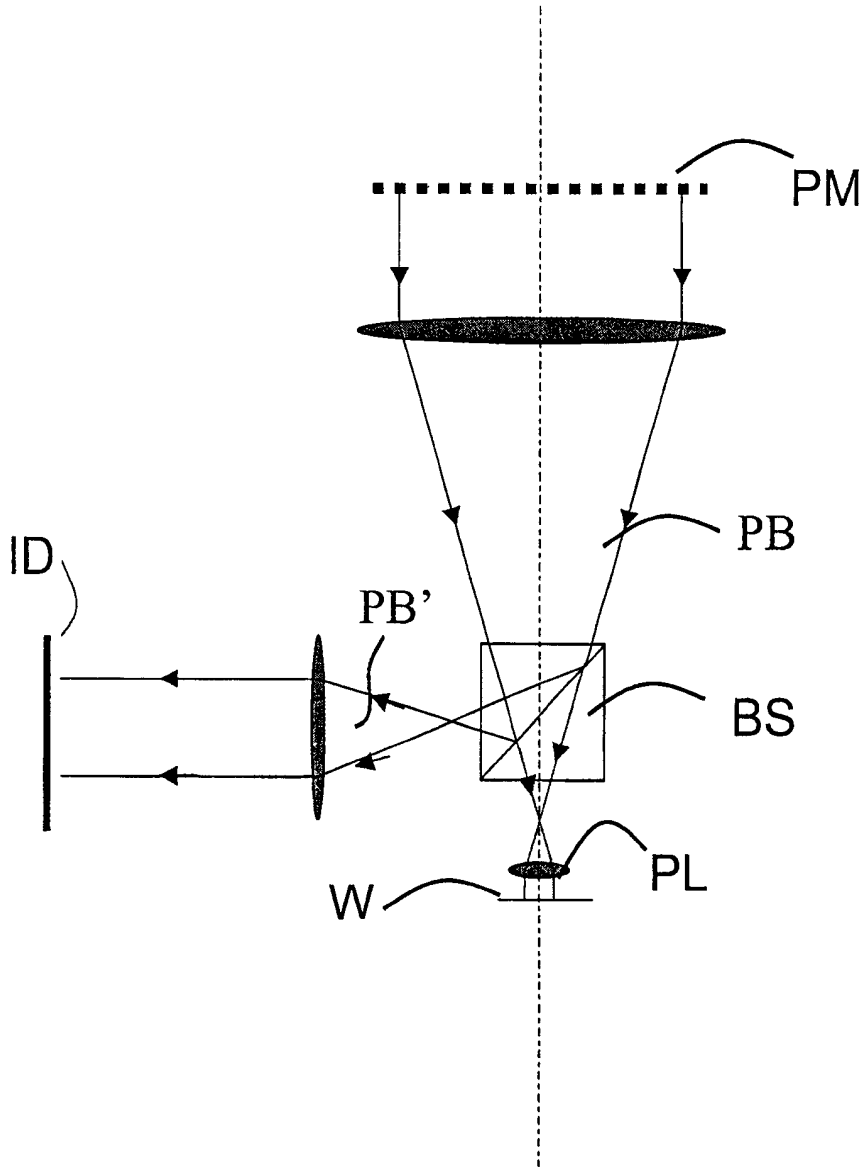


图 2

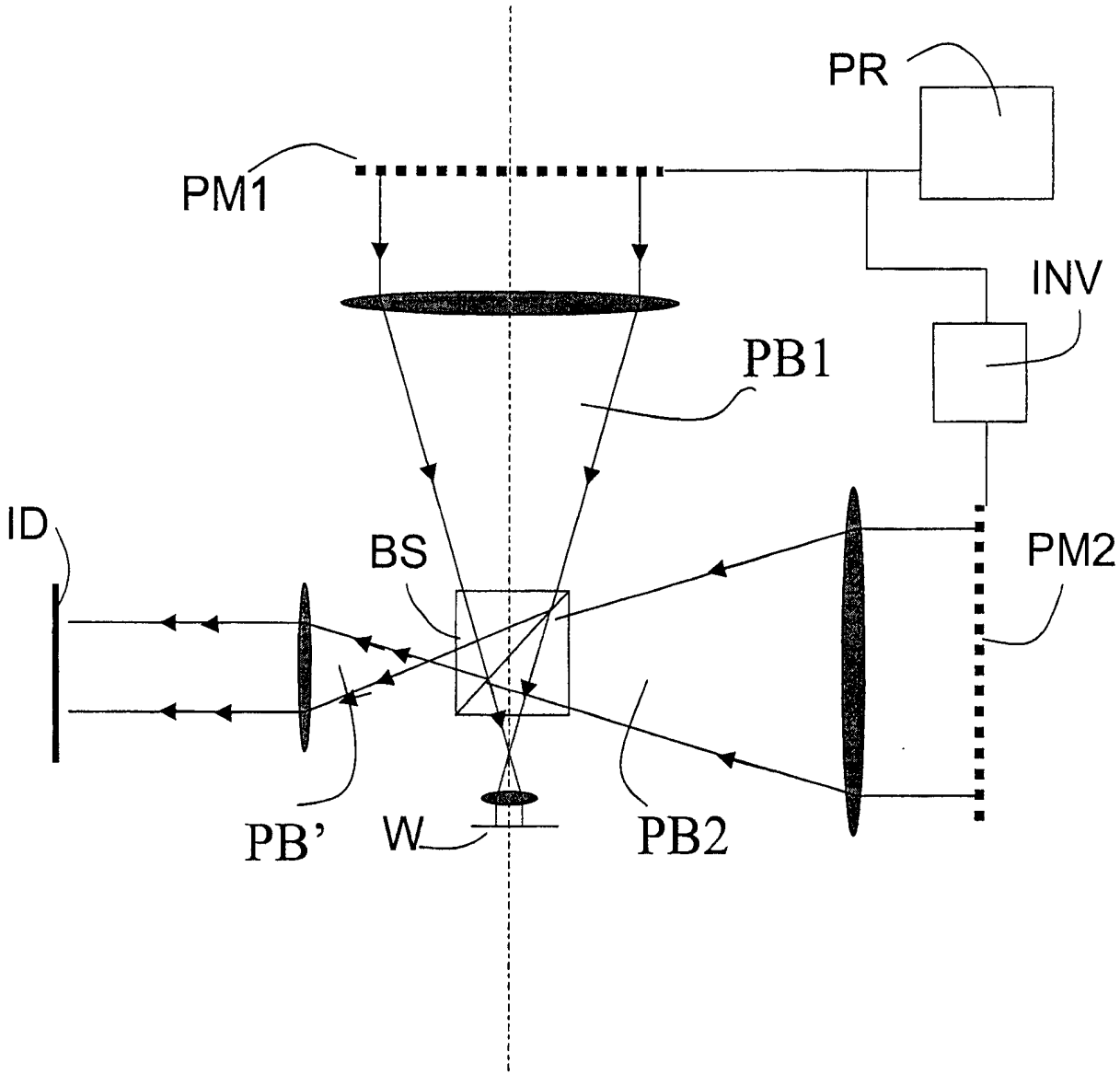


图 3

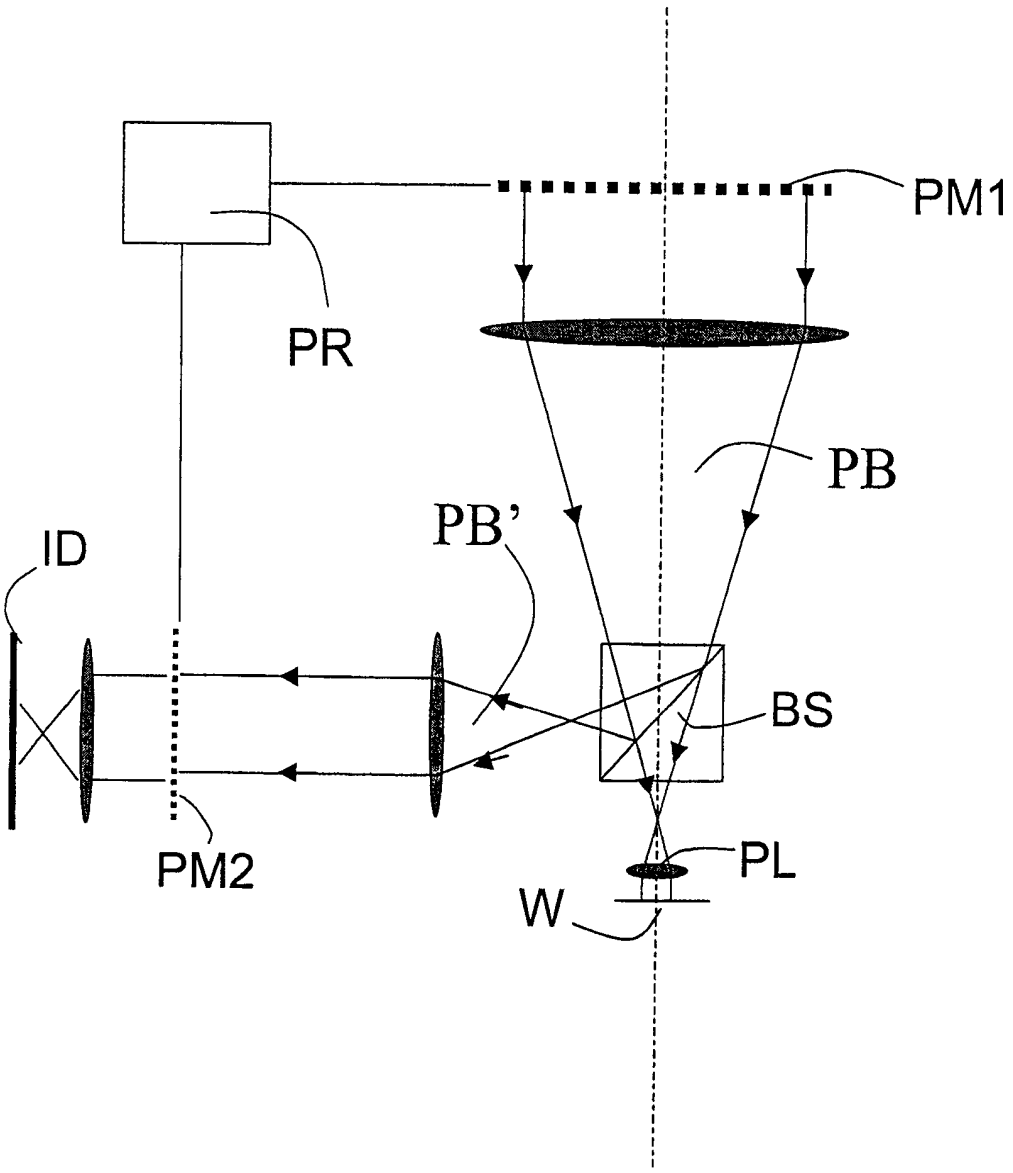


图 4